

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Felipe Travessas de Meirelles**

**ANÁLISE DE SISTEMA DE PROTEÇÃO PERIFÉRICA  
METÁLICA DESLIZANTE: SEGURANÇA E CUSTOS EM  
COMPARAÇÃO COM SISTEMA DE ANDAIME  
FACHADEIRO**

Porto Alegre

Julho 2019

**FELIPE TRAVESSAS DE MEIRELLES**

**ANÁLISE DE SISTEMA DE PROTEÇÃO PERIFÉRICA  
METÁLICA DESLIZANTE: SEGURANÇA E CUSTOS EM  
COMPARAÇÃO COM SISTEMA DE ANDAIME  
FACHADEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de  
Graduação do curso de Engenharia Civil, da Escola de Engenharia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial  
para obtenção do título de Engenheiro Civil.

**Orientador: Daniel Tregnago Pagnussat**

Porto Alegre

Julho 2019

**FELIPE TRAVESSAS DE MEIRELLES**

**ANÁLISE DE SISTEMA DE PROTEÇÃO PERIFÉRICA  
METÁLICA DESLIZANTE: SEGURANÇA E CUSTOS EM  
COMPARAÇÃO COM SISTEMA DE ANDAIME  
FACHADEIRO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo Professor Orientador e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Daniel Tregnago Pagnussat (UFRGS/CLN)**

Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador

**Prof<sup>a</sup>. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)**

Dr<sup>a</sup>. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof<sup>a</sup>. Daniela Dietz Viana (UFRGS/CLN)**

Dr<sup>a</sup>. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## RESUMO

O setor da construção civil é destaque em número de acidentes de trabalho no Brasil devido a constantes fatores de riscos existentes nas diversas atividades exercidas no ambiente de trabalho, principalmente em se tratando de trabalho em altura, no qual os acidentes costumam ser graves. As proteções periféricas utilizadas em obras de edificações são hoje tema de discussão quanto ao tipo de método empregado, pois o elevado risco e muitas vezes a falta de normatização nacional trazem resistência de órgãos e agentes fiscalizadores. Os sistemas de proteção periférica metálica e os sistemas de redes do tipo *U* e *V* são uma alternativa aos métodos mais tradicionais, sendo já utilizados em algumas empresas e podendo ambas atender às demandas, tanto de segurança, com relação a serviços e trabalhadores, quanto de interesses referentes a custos e benefícios, no que tange a executor. O objetivo deste artigo é trazer uma discussão sobre os sistemas citados anteriormente em comparação ao sistema de andaime fachadeiro, um dos métodos mais disseminados no mercado, por meio de uma análise a respeito do cumprimento dos requisitos normativos com base na NR 18, e apresentar um estudo de caso em que esse método foi adotado. No estudo de caso, são realizadas entrevistas com funcionários quanto à segurança e a eficiência dos sistemas, e, para finalizar é realizada estimativa de custo para a utilização de ambos na obra de estudo.

**Palavras-chave:** Trabalho em altura. Proteção periférica. NR 18.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Implantação do empreendimento .....	14
Figura 2 – Ensaio Rede V .....	22
Figura 3 – Exemplo de andaime fachadeiro .....	24
Figura 4 – Linha de balanço .....	30
Figura 5 – Acompanhamento altura de andaime .....	31
Figura 6 – Comparativo de custos totais para o empreendimento.....	33
Figura 7 – Gráfico de custos dividido em MDO, locação e outros .....	33
Figura 8 – Gráfico de custos dividido por tipo de sistema construtivo .....	34
Figura 9 – Gráfico de custos com reaproveitamento.....	34

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Proteção Periférica Metálica Deslizante.....	14
Quadro 2 – Redes de segurança.....	16
Quadro 3 – Corte transversal do sistema de trava localizado no suporte do PPMD.....	17
Quadro 4 – Ascensão do sistema de proteção periférica.....	18
Quadro 5 – Resultados de ensaio PPMD.....	21
Quadro 6 – Componentes de andaime fachadeiro.....	23
Quadro 7 – Notas de avaliação.....	25
Quadro 8 – Resultado das entrevistas quanto à segurança.....	26
Quadro 9 – Resultado das entrevistas quanto à eficiência.....	27
Quadro 10 – Custos PPMD.....	28
Quadro 11 – Custos Rede V.....	28
Quadro 12 – Custos Rede U.....	29
Quadro 13 – Custos bandeja.....	29
Quadro 14 – Custos andaime para revestimento externo.....	30
Quadro 15 – Orçamento de andaimes fachadeiros.....	31
Quadro 16 – Custo total com andaime fachadeiro.....	31
Quadro 17 – Custos com andaime para pintura externa.....	32
Quadro 18 – Custos com andaime para revestimento com pastilhas.....	32

## LISTA DE SIGLAS

AEAT	Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
NR	Norma Regulamentadora
PCMAT	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria de Construção Civil
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
SRTE	Superintendências Regionais do Trabalho e Emprego
MPT	Ministério Público do Trabalho
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
PPMD	Proteção Periférica Metálica Deslizante
SPIQ	Sistema de Proteção Individual Contra Quedas
SPCQ	Sistema de Proteção Coletiva Contra Quedas
GcR	Guarda-Corpo e Rodapé
RTP	Recomendações Técnicas de Procedimentos
UNE	Asociación Española de Normalización
EM	European Standards/European Norms

CEN European Committee for Standardization

NBR Norma Brasileira

PPMD Proteção Periférica Metálica Deslizante

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
2.1 LOCAL DE ESTUDO.....	13
2.2 PPMD E SISTEMAS COMPLEMENTARES .....	14
2.3 NORMATIZAÇÃO.....	19
2.4 ANDAIME FACHADEIRO .....	22
<b>3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS .....</b>	<b>24</b>
3.1 ENTREVISTAS: AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA E EFICIÊNCIA .....	25
3.2 CUSTOS .....	27
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>



# ANÁLISE DE SISTEMA DE PROTEÇÃO PERIFÉRICA METÁLICA DESLIZANTE: SEGURANÇA E CUSTOS EM COMPARAÇÃO COM SISTEMA DE ANDAIME FACHADEIRO

MEIRELLES, FELIPE TRAVESSAS DE; PAGNUSSAT, D.T.

## RESUMO

*O setor da construção civil é destaque em número de acidentes de trabalho no Brasil devido a constantes fatores de riscos existentes nas diversas atividades exercidas no ambiente de trabalho, principalmente em se tratando de trabalho em altura, no qual os acidentes costumam ser graves. As proteções periféricas utilizadas em obras de edificações são hoje tema de discussão quanto ao tipo de método empregado, pois o elevado risco e muitas vezes a falta de normatização nacional trazem resistência de órgãos e agentes fiscalizadores. Os sistemas de proteção periférica metálica e os sistemas de redes do tipo U e V são uma alternativa aos métodos mais tradicionais, sendo já utilizados em algumas empresas e podendo ambas atender às demandas, tanto de segurança, com relação a serviços e trabalhadores, quanto de interesses referentes a custos e benefícios, no que tange a executor. O objetivo deste artigo é trazer uma discussão sobre os sistemas citados anteriormente em comparação ao sistema de andaime fachadeiro, um dos métodos mais disseminados no mercado, por meio de uma análise a respeito do cumprimento dos requisitos normativos com base na NR 18, e apresentar um estudo de caso em que esse método foi adotado.*

**Palavras-chave:** Trabalho em altura. Proteção periférica. NR 18.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil, segundo dados do Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho (AEAT), foi responsável por 5,47% dos acidentes totais de trabalho no ano de 2017. Conhecido por elevados índices de acidentes de trabalho, o setor ocupa uma posição de destaque entre as atividades de maior risco. Esse problema não é exclusivo do Brasil, pois até mesmo países desenvolvidos sofrem com a elevada taxa acidental no mesmo quesito. Com a grande diversidade de riscos potenciais, somada a uma eventual falta de atenção do trabalhador ou o relaxamento com relação a eles, ter um ambiente potencialmente seguro na construção civil é uma tarefa difícil.

No Brasil, problemas com segurança do trabalho foram intensificados em anos anteriores — entre 2009 e 2013 — devido à aceleração do ritmo da construção e ao grande crescimento do setor com o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), causando maior pressão por ritmo de trabalho e uma absorção de mão de obra sem experiência e de baixa qualificação (TAVARES, 2014).

Nos últimos cinco anos, houve uma redução de 55% nas ocorrências de acidentes, conforme dados obtidos em matéria da Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC). Quanto às causas relacionadas a essa redução, é possível atribuí-las ao recesso econômico enfrentado nos últimos anos, haja vista que o número de obras diminuiu drasticamente em virtude da redução dos investimentos no setor, o que ocasionou a diminuição da mão de obra empregada, segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística). Como consequência disso, tem-se a volta de uma mão de obra especializada, somada a uma proporção menor de obras em execução quando comparada ao número de agentes fiscalizadores.

A NR (Norma Regulamentadora) 18, publicada pela Portaria nº. 3.214, de 08 de junho de 1978, estabelece diretrizes administrativas, orçamentais e de planejamento para o setor da construção civil para que estas possam ser formuladas de acordo com todas as adversidades envolvidas. Após inúmeras revisões desde a sua criação, a NR 18 passou por atualizações importantes, como a obrigatoriedade de cumprimento do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria de Construção Civil (PCMAT) (LIMA JÚNIOR, 1994/1995).

Aspectos relacionados à Segurança e Saúde no Trabalho (SST) na construção civil têm sido desenvolvidos em diversos países. No cenário nacional, isto se deve ao desenvolvimento da legislação e a responsabilizações trabalhistas, penais, previdenciárias, civis, administrativas e tributárias (BRASIL, 2010). As Superintendências Regionais do Trabalho e Emprego (SRTE) e o Ministério Público do Trabalho (MPT) atuam fiscalizando e aplicando sanções de interdição ou embargo em casos de risco grave e eminente (BRASIL, 1983).

Entre os riscos relacionados ao trabalho em construções, pesquisas mostram que o trabalho em altura é um dos elementos de maior ameaça devido ao grau elevado das lesões causadas. Segundo Mangas, Gómez e Thedim-Costa (2008), em uma análise de acidentes fatais ocorridos no Rio de Janeiro entre 1997 e 2001, as quedas em altura lideravam os acidentes fatais com 33% das incidências. Ainda segundo os autores, os impactos representam 15%, descargas elétricas e soterramentos 14% cada e asfixias 5%.

No que diz respeito a trabalho em altura, segundo a NR 35, no item 35.1.2, em todas as atividades que são realizadas a 2 m acima de um nível inferior e que haja risco de queda, cabe ao empregador garantir as devidas proteções. Além de fornecer os equipamentos de proteção individual (EPIs) e o treinamento adequado, devem ser fornecidas condições seguras para a realização dos serviços com o uso de equipamentos de proteção coletiva (EPCs).

As quedas de altura, além de frequentes, são oriundas de uma má gestão de riscos (TAVARES, 2014). Segundo Bridi et al. (2013), essa gestão é um processo que emprega técnicas e ferramentas visando a um melhor controle de riscos relacionados à SST. Ainda segundo os autores, em uma pesquisa realizada, medidas de proteção contra quedas em altura, de andaimes e plataformas e projetos de EPC combinados representam cerca de 28% dos itens causadores de multas, interdições e embargos no Brasil.

Multas, interdições e embargos são indesejáveis durante o andamento de uma obra para a construtora e para os fornecedores de mão de obra terceirizada e materiais, portanto, é de interesse de todos que os procedimentos estejam de acordo com as normas vigentes. Durante a fiscalização, é válido destacar que a aceitação ou a rejeição e os graus de exigência que podem resultar em embargos ou interdições dependam de fatores externos, como preferência por determinado método do agente fiscalizador. Independente do sistema escolhido é importante que este seja utilizado da forma correta e que respeite às limitações, reduzindo, assim, o grau de risco.

Deixando de lado questões que envolvem aceitação de determinado sistema, este trabalho tem como objetivo introduzir um sistema novo de proteção periférica o qual se tomou conhecimento durante período de estágio, conhecido como Proteção Periférica Metálica Deslizante (PPMD), promovendo informações sobre sua utilização, normas aplicáveis por fim apresentando dados relativos à segurança, desempenho e custos mediante comparação com de Andaime Fachadeiro (A.F.).

## **2 METODOLOGIA**

Inicialmente, é apresentado o local onde o sistema de proteção estudado está instalado, após, é descrita a situação atual e apresentado o contexto do estudo para que a seguir uma análise de seus componentes e procedimentos de instalação do sistema de proteção periférica metálica seja feita. Na mesma etapa, também são introduzidos os sistemas complementares a serem utilizados em conjunto com o PPMD. Posteriormente, é demonstrado o funcionamento do conjunto e seu desempenho, sendo analisadas, nesse momento, as exigências normativas dos sistemas e os resultados dos ensaios realizados para verificar o seu cumprimento. Depois disso, é apresentado o sistema com o qual realizar-se-á uma análise comparativa com o PPMD. Esta análise dá-se por estudo de caso, e é dividida em duas etapas: entrevistas e estudo de viabilidade econômica para ambos os sistemas.

Na entrevista é aplicado questionário individual aos funcionários da empresa, onde se busca obter indicadores de avaliação quanto a dois quesitos: segurança e eficiência. O questionário foi elaborado através de consultas com profissionais da área de Segurança do Trabalho (ST) e com base em trabalho de estudo realizado no qual é realizada avaliação de desempenho de sistemas de proteção periférica (PEÑALOZA; SAURIN; RANGEL, 2015).

Para o estudo de viabilidade econômica são consideradas etapas construtivas e cronogramas disponibilizados pela empresa de estudo, assim como os valores de referência abordados, tendo como exceção o custo orçado para sistema de andaimes, este orçado pelo autor.

## 2.1 LOCAL DE ESTUDO

A edificação analisada faz parte de uma obra dividida em três fases, sendo as duas primeiras já finalizadas. As estruturas têm um padrão de formato em Y, no qual a estrutura de uma torre é dividida em corpo central da edificação e áreas laterais. A ascensão estrutural de cada um dos elementos ocorre de forma separada do outro. Durante grande parte do desenvolvimento desta pesquisa, o sistema de estudo estava instalado na área lateral, enquanto uma torre estava aguardando liberação do Ministério do Trabalho para voltar às atividades, sendo este o motivador do estudo realizado.

Cada torre é constituída de 14 pavimentos e elementos construtivos que causam influência direta na análise dos sistemas avaliados. Foram considerados pelo autor, como influência direta no estudo, os seguintes elementos construtivos: estrutura de concreto armado, vedação com blocos cerâmicos, revestimento externo argamassado e acabamentos de pintura com textura. No momento, a torre encontra-se embargada e passa por processo de aprovação quanto ao sistema de segurança utilizado, o que foi o fator que inspirou o trabalho apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Implantação do empreendimento

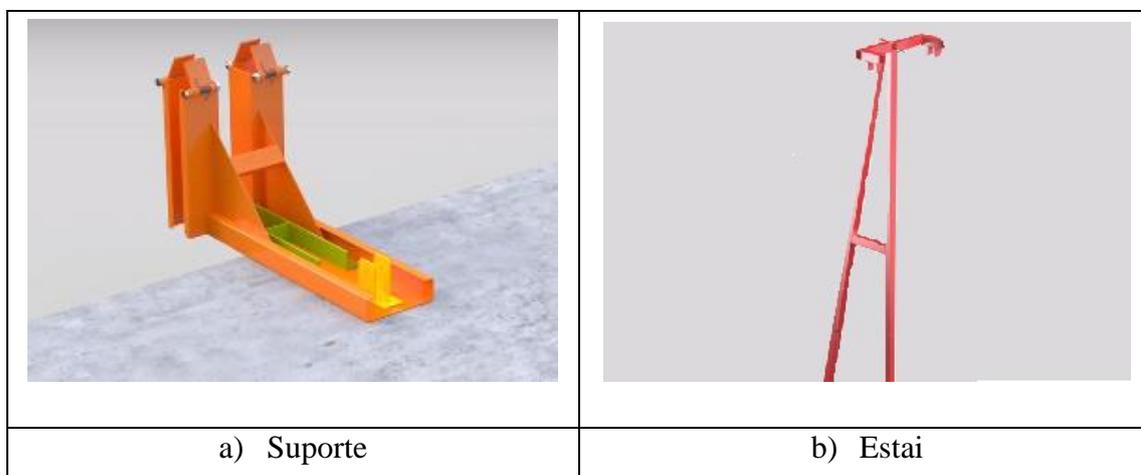


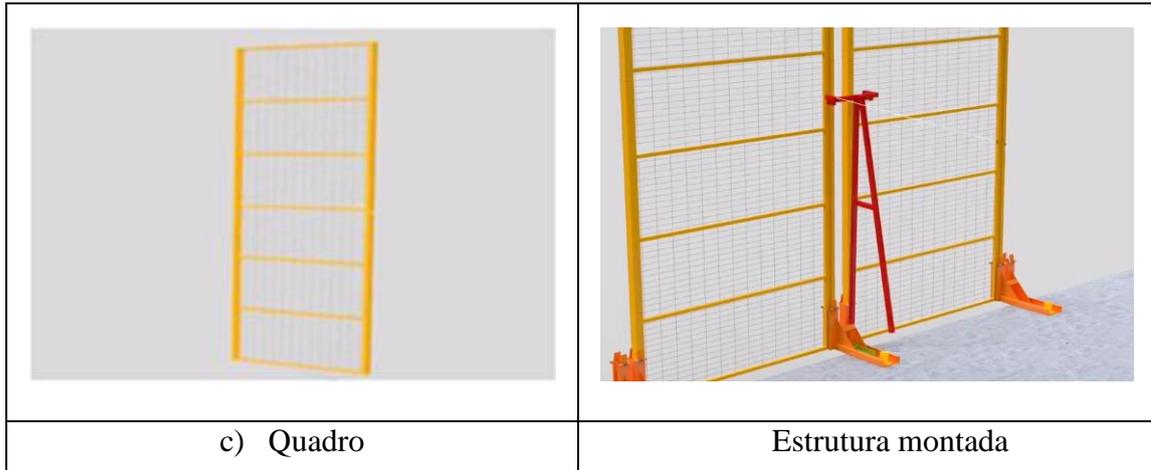
Fonte: Projeto da empresa editado pelo autor.

## 2.2 PPMD E SISTEMAS COMPLEMENTARES

A PPMD é indicada para a proteção da periferia durante a montagem de formas, armaduras e concretagem. O próprio objeto de estudo, devido às suas configurações e ao modo de operação, tornou-se um limitador, pois, mesmo que haja similares no mercado, o estudo é feito com base em ensaios e pesquisas com pessoas que já trabalharam especificamente com o utilizado no empreendimento. Portanto, a análise é feita com base no catálogo de um fornecedor, o qual tem a patente sobre a tecnologia estudada. Sua estrutura é, basicamente, composta por materiais metálicos. De modo simples, a PPMD pode ser dividida em três componentes principais: suporte, quadro e estai (Quadro 1).

Quadro 1 – Proteção Periférica Metálica Deslizante



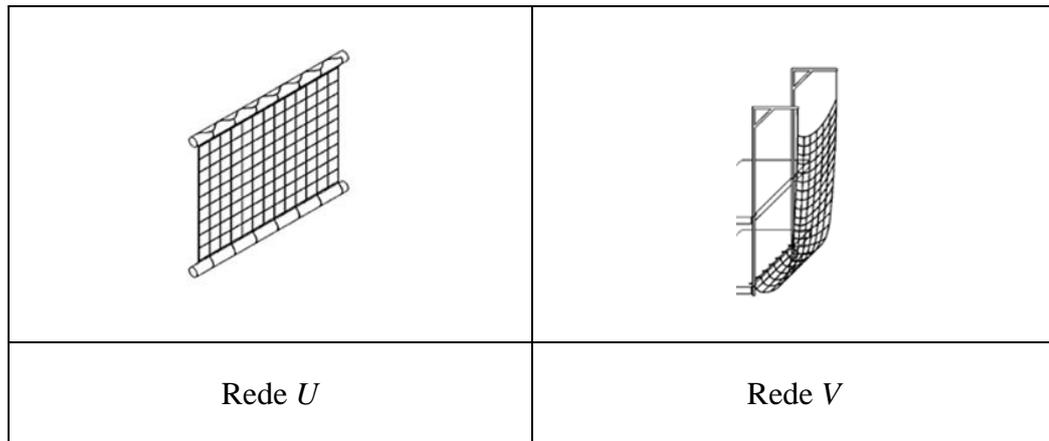


Fonte: Imagens do fornecedor editadas pelo autor.

- a) suporte:** estrutura de base retangular, é ele que sustenta toda a estrutura do PPMD, garante a resistência aos esforços de desprendimento da laje e é o ponto de fixação da estrutura, pois é fixado na laje através de parafusos. O suporte tem trilhos de deslizamento por onde se movimentam os quadros, que são responsáveis por guiar a ascensão destes. O suporte também serve como base para o ponto de fixação do estai.
- b) quadro:** estrutura esbelta composta de quadros metálicos. Os vãos entre eles são preenchidos com malha metálica. Quadro é o componente que serve como barreira física para limitar o trabalhador nas zonas de risco e impossibilitar a sua queda.
- c) estai:** estrutura metálica auxiliar que serve para fixar os quadros devido à sua elevada esbelteza. Ele é fixado em dois pontos na base de suporte e nos quadros, próximo à metade da altura, reduzindo, assim, os esforços causados pelo momento na base.

Em conjunto com o PPMD, são utilizados, no empreendimento, sistemas complementares necessários para que as exigências normativas de segurança do trabalho em altura — as quais são debatidas em fase posterior — sejam atendidas. Os sistemas utilizados em conjunto com o apresentado anteriormente são: plataforma principal e redes de segurança (sendo esta dividida em dois tipos: tipo *U* e tipo *V*) (Quadro 2).

Quadro 2 – Redes de segurança



Fonte: EN 1263-1.

A descrição do processo de instalação teve como base o material divulgado pelo site da empresa, o procedimento de execução da construtora, que utilizou o PPMD, e o que foi observado durante esse serviço. Diferente do que foi realizado em obra, na qual o sistema foi implantado no sexto pavimento, considerou-se a instalação já no primeiro nível da edificação.

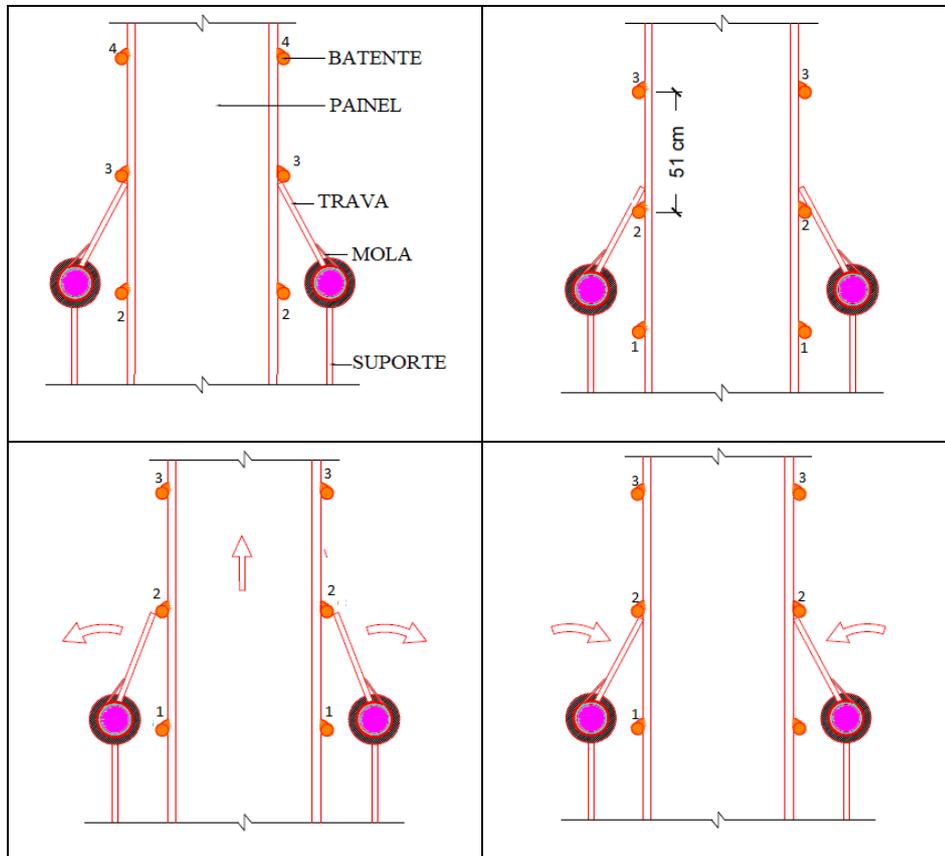
Primeiramente, a laje do térreo da periferia a ser protegida é perfurada. Posicionou-se, portanto, o suporte e com fixadores mecânicos (conforme especificados em projeto previamente estudado) a estrutura foi presa na laje. A fixação dos suportes se deu em três pontos com a utilização de parafusos. A correta execução dessa etapa influencia o alinhamento e o nivelamento do sistema. O distanciamento dos suportes é influenciado pela largura do quadro, o qual foi determinado na planta de locação do projetista.

O quadro é então encaixado no suporte. Após o encaixe do segundo quadro, o estai é fixado entre os dois, promovendo estabilidade vertical e reduzindo o braço de alavanca. O processo é executado repetidamente com a realização do contorno até o fechamento da periferia. Depois disso, a área é liberada para a confecção das formas, a execução da ferragem e a concretagem.

É necessária uma alteração na laje, realizando a instalação dos ômegas (ganchos de ancoragem) os quais têm a função de ancorar as redes e as forcas (estrutura metálica responsável por dar sustento às redes, podendo ser visualizada no Quadro 4) a serem fixadas posteriormente. Depois de laje atingir a resistência necessária, é feita a instalação do suporte no pavimento superior, que é deslizado entre os quadros já instalados anteriormente com o uso de trilhos como guia para estabelecer o local de fixação. O travamento do quadro à

medida que sofre elevação manual pelos funcionários, é realizado por sistema de molas (Quadro 3).

Quadro 3 – Corte transversal do sistema de trava localizado no suporte do PPMD



Fonte: Elaborado pelo autor.

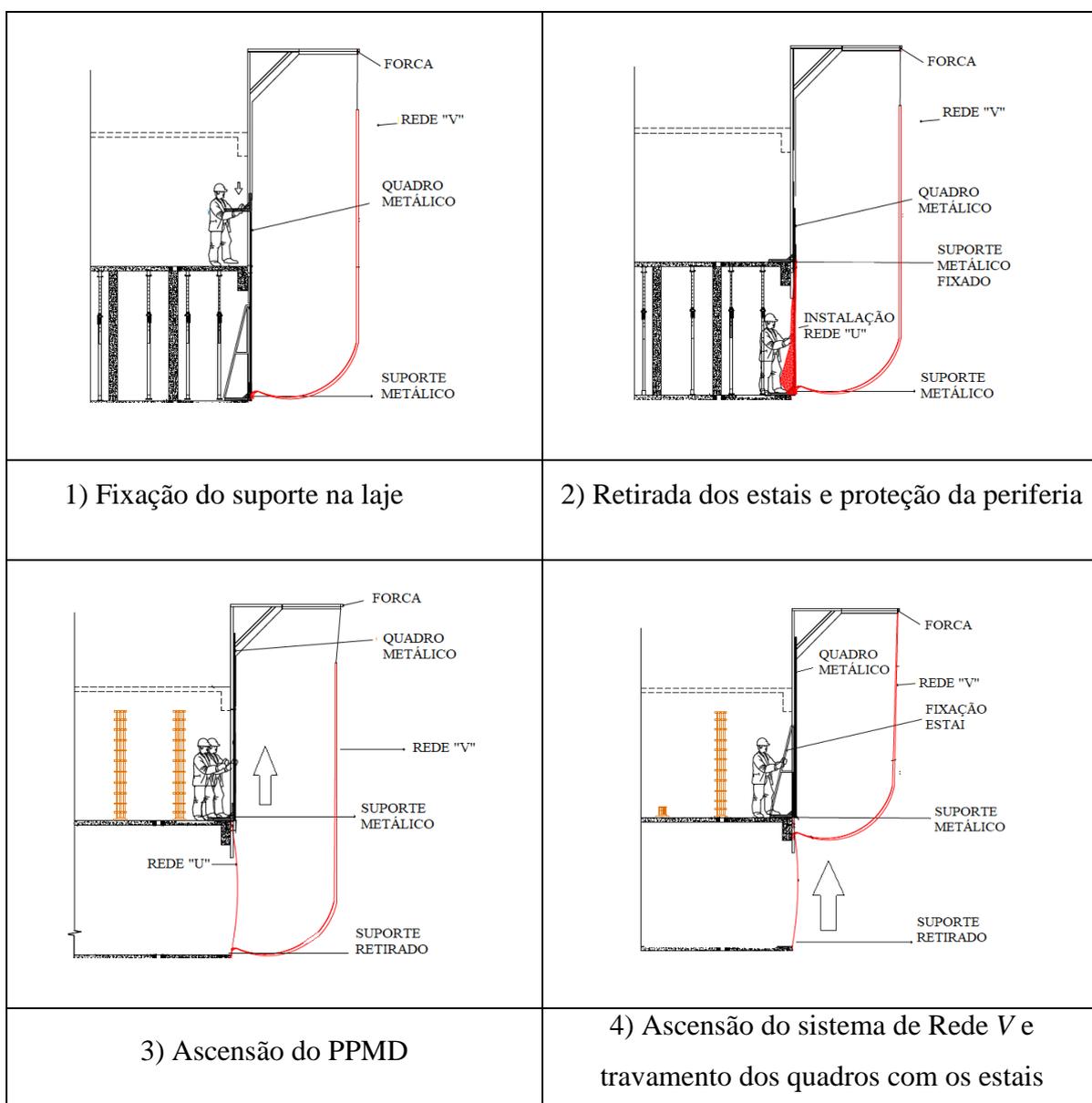
Uma vez fixados os suportes do nível superior, os estais não são mais necessários e já podem ser deslocados para o pavimento superior. Com o pavimento térreo liberado, é instalada a plataforma principal no entorno de toda a periferia da primeira laje do térreo devido à queda de materiais via fachada, visando a evitar que objetos das atividades de obra atinjam as pessoas que circulam pelo térreo. Sua estrutura de sustentação pode variar, podendo ser feita com bandeja ou estar apoiada sobre quadros metálicos (ambos ancorados na laje). A sua remoção deve ser realizada apenas após o término do revestimento externo acima dela.

Dando continuidade ao processo construtivo, as forcas responsáveis por dar sustentação à Rede V devem ser posicionadas entre os suportes, tendo eles adaptações para receber o encaixe e realizar a trava. A partir do segundo nível, há a necessidade de manter a periferia constantemente segura, sendo assim, antes de ser realizada a ascensão da estrutura

metálica para pavimentos superiores, o sistema de Redes *U* é fixado, o que faz com que a periferia não fique desprotegida.

Uma vez isolado o pavimento e os suportes já estejam instalados na laje superior, é realizada a ascensão do PPMD. Logo após elevar o sistema metálico, a forca da Rede *V* deve acompanhar a ascensão juntamente com sua base de fixação, mantendo-se sempre ao final, fixada na última laje concretada, e mantendo assim uma altura entre a forca e a base de fixação menor do que 6 m. O processo de funcionamento pode ser visto no Quadro 4, no qual é detalhado, com figuras ilustrativas, o que foi executado na obra objeto de estudo.

Quadro 4 – Ascensão do sistema de proteção periférica



Fonte: Procedimento da empresa editado pelo autor.

## 2.3 NORMATIZAÇÃO

Aqui são discutidos os itens de verificação considerados de maior importância para a validação do sistema como um todo. Nesta seção, é feita análise de cada componente do sistema de segurança, sua classificação como método e as exigências normativas quanto aos parâmetros mínimos necessários dos itens considerados de maior relevância. Além disso, também é analisado o objeto de comparação com esse método: o sistema de andaimes fachadeiro.

Tanto o sistema metálico quanto o de redes são sistemas de proteção caracterizados como EPC. Essa categoria de equipamentos é a primeira na ordem de hierarquia quando se determina o risco em potencial, segundo a NR 9, no item 9.3.5.4, seguida por medidas de caráter administrativo e organização do trabalho e, em última instância, o uso de EPIs. O mesmo ocorre na NR 35, no item 35.5.3, no qual se indica o uso de Sistema de Proteção Individual Contra Quedas (SPIQ) em apenas três situações: na impossibilidade de adoção de Sistema de Proteção Coletiva Contra Quedas (SPCQ), quando o SPCQ não oferece proteção satisfatória e para atender a situações de emergência.

Como equipamento de segurança, segundo as Normas Brasileiras (NBRs), o PPMD pode ser enquadrado como um sistema de Guarda-Corpo e Rodapé (GcR), pois se destina a promover proteção contra quedas de pessoas, materiais e ferramentas por intermédio da criação de uma barreira física com um anteparo rígido. Porém, há uma diferença quando comparado o PPMD com um sistema de guarda-corpo comum: a ausência do risco de queda. Ao utilizar o sistema de guarda-corpo comum, além da necessidade de inserir pontos de ancoragem na laje para a sua sustentação, há o risco de queda no momento de sua instalação, haja vista que não há nenhuma proteção periférica, havendo, portanto, a necessidade de usar EPI, como, por exemplo, uma linha de vida. Proteções desse tipo são também conhecidas como ativas, pois necessitam do usuário para o seu funcionamento efetivo.

O mesmo se verifica em uma comparação com outros métodos, como o andaime fachadeiro, por exemplo, no qual, durante o processo de sua ascensão, há um considerável risco de desprendimento da estrutura. Adiciona-se, aqui, o fato de o instalador trabalhar projetado fora da obra, ancorado em uma estrutura provisória. O mesmo risco também é verificado no processo de desmonte da estrutura.

Segundo o item 18.13.5 da NR 18, o sistema GcR deve atender aos seguintes

requisitos:

- a) altura  $H = 1,20$  m para o travessão superior e  $0,7$  m para o travessão intermediário;
- b) rodapé com uma altura de 20 cm;
- c) vão preenchido com telas ou outro dispositivo que garanta o fechamento seguro da abertura.

Foi realizada a verificação *in loco* das exigências citadas, sendo então constatado o seu cumprimento. As dimensões do quadro são projetadas com uma altura que deve bloquear o pavimento inferior por inteiro e criar um anteparo rígido de 1,20 m de altura no pavimento a ser construído, ou seja, para a altura do quadro, é tomado como cálculo de base a altura do pé direito da edificação somada a 1,2 m. A barra horizontal que forma a travessa intermediária encontra-se a 0,6 m do topo do quadro, resultando na mesma medida em relação ao piso da laje.

Ainda na NR 18, no item 18.35.1, são dispostas recomendações técnicas de procedimentos 01 — Medidas de proteção contra quedas de altura (RTP 01) —, nos quais são determinados os valores de esforços resistentes necessários da estrutura GcR:

- a) travessão intermediário e superior — devem ter resistência mínima a esforços concentrados de 150 kgf/metro linear, sendo ela aplicada no centro (meio) da estrutura.
- b) montantes — devem ter resistência mínima a esforços concentrados de 150 kgf/metro linear, sendo ela aplicada no centro (meio) da estrutura.
- c) a fixação do sistema GcR deverá resistir a esforços transversais de no mínimo 150 kgf/metro linear no sentido oposto ao do esforço que será solicitado.

Em ensaios realizados pelo Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil (itt Performance — Unisinos), verificou-se o comportamento do sistema perante as exigências da NR 18 com a utilização de métodos de ensaio — procedimentos e instrumentação — segundo as exigências da UNE-EN 13374:2013: *Sistemas provisionales de protección de borde – Especificaciones de produto – Métodos de Ensayo*.

Foram ensaiadas quatro amostras, conforme recomendado pelo item 7.4.1 da UNE-EN 13374:2013, sendo então utilizadas cargas superiores às desta e da RTP 01. Também foi verificado o desempenho frente ao ensaio de carga dinâmica, o qual não é exigido à classe do sistema e, segundo laudo fornecido pelo itt, apresentou comportamento satisfatório. Os resultados podem ser verificados no Quadro 5.

Quadro 5 – Resultados de ensaio PPMD

Solicitações	Cargas (kgf)			
	UNE-EN 13374	NR 18	Ensaçada	Última de Ensaio
Carga vertical no travessão	125	0	125	
Carga horizontal no travessão	45	150	165	430
Carga vertical no montante	45	150	165	225
Carga horizontal no fechamento	45	150	165	400
Carga paralela a proteção	30	0	30	

Fonte: itt Performance — Unisinos.

A estrutura utilizada é simples e auxilia o corpo técnico encarregado do sistema de segurança, pois, além de ter apenas quatro componentes, a estrutura que acompanha a obra será sempre a mesma. Ou seja, uma vez verificadas as características mecânicas e geométricas, não há necessidade de realizar grandes vistorias, além disso, a área de risco de quedas é constante, deslocando-se apenas verticalmente. Como vistoria regular, é aconselhável que sejam realizados testes de arranchamento nos pontos de fixação do suporte metálico, e estar atento aos estados de conservação desses elementos.

As redes de segurança servem como alternativa ao uso de plataformas secundárias de proteção previstas no item 18.13.7 da NR 18, porém, suas características são pouco descritas. Devido a isso, a NBR indica duas outras normas — Espanholas —, nas quais o sistema deve atender aos requisitos: EN 1263-1 e EN 1263-2. Ambas as normas, apesar da origem, são de cumprimento obrigatório em outros países do continente europeu, como Alemanha, França, Portugal, Reino Unido, entre outros. Isto se deve ao fato de fazerem parte do regulamento interno do CEN (European Committee for Standardization), uma organização sem fins lucrativos cuja missão é estabelecer padrões relacionados a produtos e serviços no mercado europeu.

A EN 1263-1 descreve requisitos de segurança e métodos de teste para os sistemas de rede e, após a análise dos requisitos feita pelo autor quanto à fiscalização, deixando de lado exigências de fabricação — tendo em vista que o objetivo não é analisar o mercado, mas, sim, o uso do sistema —, foram considerados os itens de maior relevância:

- a) etiqueta com identificação quanto ao tipo de sistema, tipo de rede, forma e tamanho da malha, dimensões da rede e o tipo de nível de controle;
- b) resistência das cordas à tração;
- c) resistências estáticas e dinâmicas.

A EN 1263-2 descreve os métodos de instalação da Rede tipo V:

- a) a borda superior da rede deve estar a uma distância mínima de 1 m de altura acima da

- área de trabalho;
- b) o espaçamento entre as forcas deve ser menor que 5 m;
  - c) os pontos de fixação da rede na borda inferior devem ter espaçamento máximo de 0,5 m.

Para a validação do sistema de Redes V como um sistema limitador de quedas em altura, foi realizado um ensaio pelo itt Performance — Unisinos, de acordo com as exigências da EN 1263-1, com a instalação feita pela empresa de acordo com o previsto em projeto e em concordância com procedimentos de montagem e premissas da EN 1263-2. Com isso, constatou-se o atendimento aos requisitos da EN 1263-1. Como resultados dos ensaios, o sistema apresentou deformações inferiores aos valores máximos e o rompimento parcial obtido não foi suficiente para comprometer a sustentação da esfera de ensaio, atendendo, assim, aos requisitos de desempenho exigidos para essa categoria de rede (Figura 2).

Figura 2 – Ensaio Rede V



Fonte: itt Performance — Unisinos.

## 2.4 ANDAIME FACHADEIRO

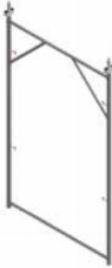
Os andaimes são construções provisórias auxiliares, munidas de plataformas horizontais elevadas, as quais são suportadas por estruturas de seção reduzida e que se destinam a apoiar a execução de trabalhos de construção (DRESCH, 2009).

O sistema de andaimes deve obedecer às exigências da NR 18, item 18.15, intitulado como *Andaimes e Plataformas de Trabalho*, no qual são feitas considerações de andaimes em geral e, posteriormente, estas são aprofundadas em algumas categorias do equipamento. Também fazem parte de sua regulação a NBR 6494/1990. Nela, são tratadas as normas de segurança em andaimes, tanto estruturais quanto das pessoas que exercem suas funções de trabalho. Ainda segundo a NBR, os andaimes são caracterizados em três tipos: suspensos, em

balço e simplesmente apoiados.

O andaime fachadeiro é composto, basicamente, pelos seguintes componentes: a) sapata — onde ocorre o contato estrutura-solo, podendo esta ser fixa ou ajustável, a fim de garantir o nível do equipamento; b) quadro vertical — estrutura de sustentação resistente principalmente aos esforços verticais, sendo que o trânsito de trabalhadores ocorre no vão entre as travessas verticais; c) escada — elemento adaptável para a circulação segura entre os níveis distintos; d) diagonais — garantem o travamento da estrutura e são responsáveis pelo contraventamento e pela ligação entre os quadros; e) módulo de guarda-corpo — pode ser composto de duas barras horizontais ou ainda por um módulo completo, como pode ser visto no Quadro 6; f) plataformas horizontais — elemento de apoio responsável pela sustentação da área de circulação da mão de obra (Quadro 6).

Quadro 6 – Componentes de andaime fachadeiro

		
a) Sapata	b) Quadro vertical	c) Escada
		
d) Diagonal	e) Módulo guarda-corpo	f) Plataforma horizontal

Fonte: [http://www.grupoorguel.com.br/wp-content/uploads/2014/04/andaime\\_fachadeiro2.pdf](http://www.grupoorguel.com.br/wp-content/uploads/2014/04/andaime_fachadeiro2.pdf).

Com base em catálogos de fornecedores do produto e vídeos relativos aos seus sistemas de montagens e diferentes modelos, uma breve introdução é feita sobre suas peças e instalação, assim como feito anteriormente com o sistema de estudo para fundamentar a análise comparativa posterior.

Para realizar a instalação de um sistema de andaime fachadeiro, primeiramente é feita

a verificação das condições do terreno para selecionar o tipo de apoio que será implementado, visando a manter um bom nivelamento para as plataformas (Figura 3). A capacidade e as deformações do solo, em se tratando de esforços solicitantes, conforme item 18.15.10 da NR 18, sempre devem ser consideradas. Como soluções, o sistema pode fazer uso de sapatas ajustáveis ou ainda de pranchas sob as sapatas, distribuindo, em uma área maior, os esforços resultantes do peso da estrutura.

A ascensão da estrutura é feita com a fixação das peças verticais nas sapatas e, em seguida, das peças diagonais para dar firmeza à estrutura por intermédio do contraventamento. Caso haja necessidade, também podem ser utilizadas barras para melhorar o travamento horizontal. Uma vez pronta a estrutura de apoio, coloca-se sobre ela a plataforma horizontal, que será base para o assoalho a ser utilizado, podendo ser de madeira ou metálico, desde que respeite às exigências da norma.

Figura 3 – Exemplo de andaime fachadeiro



Fonte: <http://www.grupoorguel.com.br/wp-content/uploads/2015/04/andaime-fachadeiro-mecan-1.jpg>.

O processo é repetido, com a diferença de que, a partir do segundo pavimento, é instalado um guarda-corpo para limitar o deslocamento e evitar quedas posicionando o rodapé em sua base. Para evitar queda de materiais, utiliza-se tela.

### 3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS

Realizar uma análise entre dois sistemas diferentes é uma tarefa complicada, tendo em vista que eles têm características únicas. Depois de acompanhar todo o processo do sistema

metálico durante o estágio realizado na empresa de estudo, além de conversar com profissionais atuantes na área de engenharia e segurança do trabalho e tomando como referência o artigo apresentado no XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, no qual é feito um estudo sobre o atendimento a requisitos de sistemas de proteções periféricas (PEÑALOZA; SAURIN; RANGEL, 2015), os tópicos da pesquisa sobre o sistema foram divididos em três categorias:

- Segurança;
- Eficiência;
- Custo.

### 3.1 ENTREVISTAS: AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA E EFICIÊNCIA

Considerou-se como pré-requisito para a participação ter trabalhado com ambos os sistemas. Foram entrevistados profissionais de diversas funções, desde funcionários de empresa de instalação de sistemas de segurança até engenheiros especializados em segurança do trabalho.

Os questionários foram aplicados individualmente em ambientes separados para que não houvesse discussões sobre o assunto durante as respostas. Ao analisar os resultados, notou-se uma possível tendência dos funcionários a preferir o sistema PPMD. É possível que o fato de estarem trabalhando atualmente com ele tenha sido um agente influenciador de suas respostas. Apesar disso, ainda é válida a reflexão quanto aos resultados, principalmente porque, em alguns quesitos, houve diferenças significativas quanto à percepção dos usuários.

Como grau de avaliação, foi fornecido, aos usuários, um papel impresso, que foi anexado ao questionário. Nele, foram atribuídos à cada nota, com variação de 1 a 5, níveis de avaliação, sendo que o entrevistado deveria considerar o desempenho do sistema para cada requisito, como pode ser visto no Quadro 7.

Quadro 7 – Notas de avaliação

Nota	1	2	3	4	5
Atribuição	Muito Baixo(a)	Baixo(a)	Satisfatório(a)	Alto(a)	Muito Alto(a)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as respostas, foram considerados todos os componentes dos sistemas. No caso do PPMD, foram considerados todos os componentes do sistema, inclusive os complementares

(sistemas de rede). Em especial nas questões que envolvem a etapa de alvenaria, foram consideradas as redes de proteção como um sistema de segurança. Na atividade de reboco externo, considerou-se a atividade realizada por andaime suspenso do tipo balancim.

Com os resultados obtidos nesse quesito, foi possível observar que as pessoas que já trabalharam com o PPMD, de modo geral, o veem como uma alternativa mais segura (Quadro 8).

Quadro 8 – Resultado das entrevistas quanto à segurança

Segurança		
Item	PPMD	A.F.
1) Processo de montagem/ascensão do sistema	4,6	2,8
2) Processo de desmontagem do sistema	4,2	2,7
3) Fiscalização do cumprimento dos procedimentos	4,8	3,2
4) Limitação quanto ao risco de queda de pessoas	4,6	3,8
5) Limitação quanto ao risco de queda de materiais	4,4	3
6) Execução das seguintes atividades		
a) Alvenaria	4,8	4,2
b) Concretagem	4,6	2,8
c) Montagem/Desmontagem de formas	4,4	3,2
d) Reboco externo	3,8	3,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao serem questionados sobre os principais fatores responsáveis por esses valores, grande parte dos entrevistados utilizou como justificativa: a) o vão, que geralmente é encontrado entre a estrutura da obra e o sistema de andaimes fachadeiro, é perigoso e de difícil fiscalização quanto ao seu fechamento provisório, sendo este um fator de risco tanto de acidentes de trabalho quanto para a queda de materiais; b) a necessidade de trabalhar com o cinto do tipo paraquedista com sistema trava-quedas e talabarte durante as atividades de montagem/desmontagem dos andaimes, o que exige maior atenção dos responsáveis pela fiscalização de executores, potencializando o risco de quedas. Apesar das considerações, na visão dos entrevistados, como equipamento de proteção, o andaime ainda obteve uma média de 3,23, sendo, portanto, considerado como um sistema satisfatório em grande parte dos quesitos.

Quanto a eficiência, diferente do apresentado anteriormente, o andaime fachadeiro se mostrou, segundo a qualificação dos entrevistados, superior em alguns quesitos (Quadro 9).

Quadro 9 – Resultado das entrevistas quanto à eficiência

Eficiência		
Item	PPMD	A.F.
1) Velocidade de montagem/ascensão do sistema	4,5	2,6
2) Nível de qualificação de mão de obra para operar o sistema	4,6	3,2
3) Facilidade/velocidade de realizar as conexões do sistema	4,6	4,6
4) Limitações quanto a carga e descarga de materiais na periferia	3,1	4,3
5) Quando ao número de componentes dos sistemas	4,8	1,4
6) Impacto positivo quanto a produção nas seguintes atividades		
a) Alvenaria	4,6	4,6
b) Concretagem	4,6	3,6
c) Montagem/Desmontagem de formas	3,8	4
d) Reboco externo	4,4	3,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à velocidade de ascensão e ao número de componentes do andaime fachadeiro terem obtido notas de menor valor quando comparados ao sistema metálico, é possível fazer uma relação entre esses dois itens. O PPMD é um sistema composto de uma menor quantidade de materiais, o que influencia a velocidade de ascensão, uma vez que a quantidade de peças a serem fixadas, reguladas e carregadas é menor. Já para o andaime, há a necessidade de subir todo o material desde o pavimento térreo, além de haver encaixes nos quais é necessária a utilização de ferramentas pelos instaladores para fixar os componentes.

Também é válido destacar os dois itens que em que o A.F. foi eleito de melhor eficiência. Dentre os benefícios que os levaram os entrevistados a escolher o sistema de Andaimos como mais eficiente, talvez deva-se ao fato de que a área adicionada ao redor da periferia da estrutura conceda aos trabalhadores maior espaço de circulação, o que permite que seja possível administrar uma maior quantidade de material estocado no pavimento e facilite o processo de remoção da forma.

### 3.2 CUSTOS

A obra objeto de estudo, como citado anteriormente, faz parte da terceira fase de um empreendimento constituído de 11 torres. Nas duas primeiras, foram executadas quatro torres de 14 andares, as quais já tinham sido finalizadas. Todas tiveram o mesmo sistema construtivo. Os dados apresentados têm como referência o valor estipulado em gastos resultantes da escolha do sistema periférico, sendo considerada, em alguns casos, a compra de materiais e em outros a locação, sendo estas escolhas feitas com base na viabilidade

econômica e da disponibilidade dos materiais. Na quantidade dos custos de locação são considerados o tempo decorrido, em meses.

Com o auxílio de cronograma em Project disponibilizado pela empresa, foram planejadas as atividades com base no cronograma estipulado e o tempo de uso dos equipamentos. Para o sistema de proteção metálico, foram usadas redes e complementares, os quais podem ser vistos nos Quadros 10 e 11.

Quadro 10 – Custos PPMD

PPMD						
Descrição	Perímetro (m)	Valor Unit.	Valor Total	Qntd.	V.T x Qntd.	
Locação	266,42	R\$ 120,00	R\$ 31.970,40	6	R\$ 191.822,40	
Madeira para Fechamento (Roda pé)	266,42	R\$ 3,70	R\$ 985,75	1	R\$ 985,75	
MDO	Montagem	266,42	R\$ 32,00	R\$ 8.525,44	1	R\$ 8.525,44
	Desmontagem	266,42	R\$ 32,00	R\$ 8.525,44	1	R\$ 8.525,44
	Ascensão	266,42	R\$ 12,00	R\$ 3.197,04	13	R\$ 41.561,52
Frete		R\$	1.500,00	4	R\$ 6.000,00	
<b>Total</b>					<b>R\$ 257.401,55.</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O período considerado ideal para a ascensão da estrutura pela empresa se dá em uma janela de seis meses e, uma vez finalizada, o sistema é imediatamente removido. Considerou-se, nesse caso, a locação do sistema, pois esta é a forma como a empresa opera junto ao fornecedor e é acertada pelo custo do metro linear. Os custos com mão de obra são os já praticados por uma empresa terceirizada com experiência na operação do PPMD e que tem vínculo com a empresa, sendo ela a responsável por toda a mão de obra relacionada ao sistema metálico e de redes e à montagem da bandeja.

Quadro 11 – Custos Rede V

Rede "V"						
Descrição	Perímetro (m)	Valor Unit.	Valor Total	Qntd.	V.T x Qntd.	
Compra de Forças		R\$ 1.190,00	R\$ 1.190,00	84	R\$ 99.960,00	
Compra de Redes (10 X 7m) - R\$ 16,00m <sup>2</sup>		R\$ 1.120,00	R\$ 1.120,00	32	R\$ 35.840,00	
Manilha		R\$ 2,80	R\$ 2,80	300	R\$ 840,00	
Ensaio					R\$ 320,00	
MDO	Montagem	266,42	R\$ 39,15	R\$ 10.430,34	1	R\$ 10.430,34
	Desmontagem	266,42	R\$ 39,15	R\$ 10.430,34	1	R\$ 10.430,34
	Ascensão	266,42	R\$ 17,60	R\$ 4.688,99	13	R\$ 60.956,90
Ômega		R\$ 0,88	R\$ 0,88	2260	R\$ 1.988,80	
<b>Total</b>					<b>R\$ 220.766,38</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o sistema de Rede *U*, foi orçada a compra de todo o material, sem considerar que a empresa já possui grande parte dos equipamentos necessários. Considerou-se, ainda, a aquisição de forças novas, todas as redes, cordas para amarração, pontos de fixação ômega e

manilhas(conexões de aço). Além disso, também foram incluídos os custos com eventuais ensaios com base no gasto nas construções anteriores (Quadro 12).

Quadro 12 – Custos Rede U

Rede "U"					
Descrição	Perímetro (m)	Valor Unit.	Valor Total	Qntd.	V.T x Qntd.
Compra da Rede (2,80 x 10m) - R\$ 14,00m <sup>2</sup>	336	R\$ 392,00	R\$ 131.712,00	1	R\$ 131.712,00
Cordas 16mm					R\$ 23.312,03
Ensaio					R\$ 3.360,00
Omega		R\$ 0,88	R\$ 0,88	11300	R\$ 9.944,00
MDO Montagem	266,42	R\$ 15,10	R\$ 4.022,94	13	R\$ 52.298,25
Desmontagem	266,42	R\$ 1,50	R\$ 399,63	40	R\$ 15.985,20
<b>Total</b>					<b>R\$ 236.611,48</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ambas as redes são fabricadas na Espanha, sendo elas certificadas e estando de acordo com as EN 1263-1 e EN 1263-2. A bandeja, de uso obrigatório, é orçada para um prazo de 14 meses, que é o período do início da ascensão até o prazo estipulado para fim do reboco externo. Considera-se também a compra de madeira que compõe o assoalho, a qual é orçada com base no que foi gasto em edificações anteriores (Quadro 13).

Para o revestimento externo foi considerada a utilização de andaimes suspensos do tipo balancim, e foi montado um plano de ataque no qual, com base no tempo gasto para executar os serviços, é preciso: um dia para montagem/troca de andaimes, três dias para a preparação da superfície de trabalho, um dia para chapisco e oito dias para o revestimento. Para isto, foi considerado o aluguel de seis andaimes modulares, podendo haver adaptações variando o comprimento de 4 a 7 m. Com a finalização de cada ciclo, eles são transferidos para o próximo plano de trabalho, sendo este dividido em 40 áreas de ação os quais cada um necessita a instalação do andaime para realizar a tarefa (Quadro 14).

Para o andaime fachadeiro, foi considerado o mesmo tempo de execução utilizado nas atividades, o qual pode ser visualizado na linha de balanço apresentada na Figura 4.

Quadro 13 – Custos bandeja

Bandeja					
Descrição	Qntd.	Valor Unit.	Valor Total	Qntd.	V.T x Qntd.
Locação	1	R\$ 3.800,00	R\$ 3.800,00	14	R\$ 53.200,00
Madeira	900	R\$ 23,00	R\$ 20.700,00	1	R\$ 20.700,00
MDO Montagem	237	R\$ 45,00	R\$ 10.665,00	1	R\$ 10.665,00
Desmontagem	237	R\$ 45,00	R\$ 10.665,00	1	R\$ 10.665,00
<b>Total</b>					<b>R\$ 95.230,00</b>

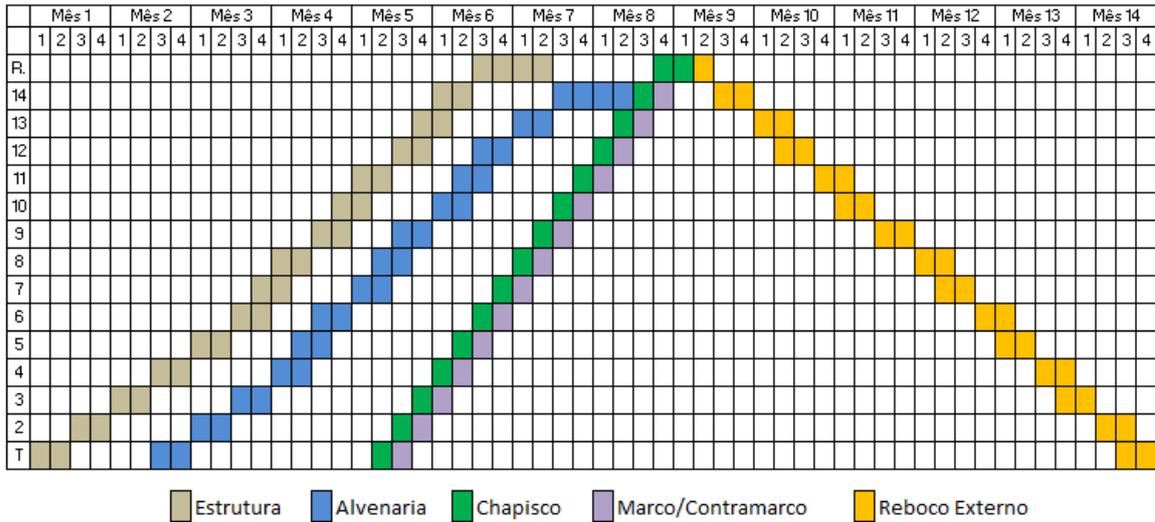
Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 14 – Custos andaime para revestimento externo

Andaime (Revestimento Externo)					
Descrição	Qntd.	Valor Unit.	Valor Total	Qntd.	V.T x Qntd.
Locação	6	R\$ 1.080,00	R\$ 6.480,00	5	R\$ 32.400,00
Montagem	6	R\$ 350,00	R\$ 2.100,00	1	R\$ 2.100,00
Desmontagem	6	R\$ 350,00	R\$ 2.100,00	1	R\$ 2.100,00
Troca	37	R\$ 350,00	R\$ 12.950,00	1	R\$ 12.950,00
<b>Total</b>					<b>R\$ 49.550,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

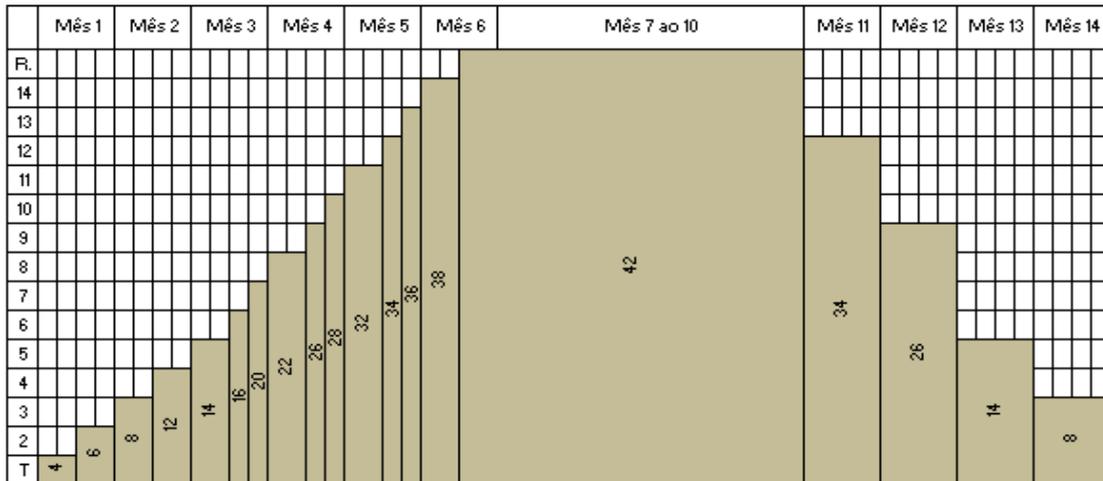
Figura 4 – Linha de balanço



Fonte: Elaborado pelo autor.

O ritmo da estrutura dita o de ascensão do andaime. Essa linha de balanço foi elaborada em conversa com o engenheiro da empresa, que considerou o apresentado na Figura 4 como o ideal, sendo que o mesmo ritmo foi considerado para a ascensão do PPM. A partir da linha de balanço, foi elaborado o acompanhamento da quantidade de material alugado no período (Figura 5).

Figura 5 – Acompanhamento altura de andaime



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores apresentados nas barras correspondem à altura da estrutura, mês a mês, em metros. A partir disso, foi calculado o custo com o aluguel do sistema de andaime fachadeiro. Foram realizados três orçamentos com empresas diferentes. A partir desses valores, realizaram-se estimativas de custo para as quatro opções (Quadros 15 e 16). O frete foi calculado com base em prática da empresa, que trabalha com valor referente a 10% do custo de locação.

Quadro 15 – Orçamento de andaimes fachadeiros

Serviço	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
Aluguel Mensal (R\$/m²)	8,04	8,88	6,5	9
Montagem (R\$/m²)	15	15	12	20
Desmontagem (R\$/m²)	10	10	12	15

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 16 – Custo total com andaime fachadeiro

Serviço	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
Aluguel	R\$ 842.391,00	R\$ 930.402,00	R\$ 681.037,50	R\$ 942.975,00
Montagem	R\$ 173.250,00	R\$ 173.250,00	R\$ 138.600,00	R\$ 231.000,00
Desmontagem	R\$ 115.500,00	R\$ 115.500,00	R\$ 138.600,00	R\$ 173.250,00
Frete	R\$ 84.239,10	R\$ 93.040,20	R\$ 68.103,75	R\$ 94.297,50
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.131.141,00</b>	<b>R\$ 1.219.152,00</b>	<b>R\$ 958.237,50</b>	<b>R\$ 1.347.225,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Devido a prazos de cura do reboco para receber a pintura (o fabricante indica um prazo de 28 dias), torna-se inviável aguardar a cura completa para então realizar o processo com andaime fachadeiro. Para dar o acabamento no revestimento externo com pintura, foram adotados, para os dois sistemas, os andaimes do tipo balancim.

A fachada recebe acabamento texturizado. Tomou-se como tempo médio de pintura a produção da fase que antecedeu a de estudo, na qual a média de dias de trabalho para concluir cada pano foi de 10 dias, sendo estes divididos da seguinte maneira: um dia para montagem/troca de andaimes, dois dias para aplicação de selador, dois dias para textura e cinco dias para três demãos de pintura (Quadro 17).

Quadro 17 – Custos com andaime para pintura externa

Andaime (Pintura)					
Descrição	Nº AndAIMES	Valor Unit.	Valor Total	Qntd.	V.T x Qntd.
Locação	6	R\$ 1.080,00	R\$ 6.480,00	2,65	R\$ 17.172,00
Montagem	6	R\$ 350,00	R\$ 2.100,00	1	R\$ 2.100,00
Desmontagem	6	R\$ 350,00	R\$ 2.100,00	1	R\$ 2.100,00
Troca	6	R\$ 350,00	R\$ 2.100,00	6,67	R\$ 14.007,00
<b>Total</b>					<b>RS 35.379,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em cada torre, três panos recebem acabamento com pastilhas, com uma produção média de um pavimento por dia, o que também foi realizado com aluguel de andaimes suspensos do tipo balancim (Quadro 18).

Quadro 18 – Custos com andaime para revestimento com pastilhas

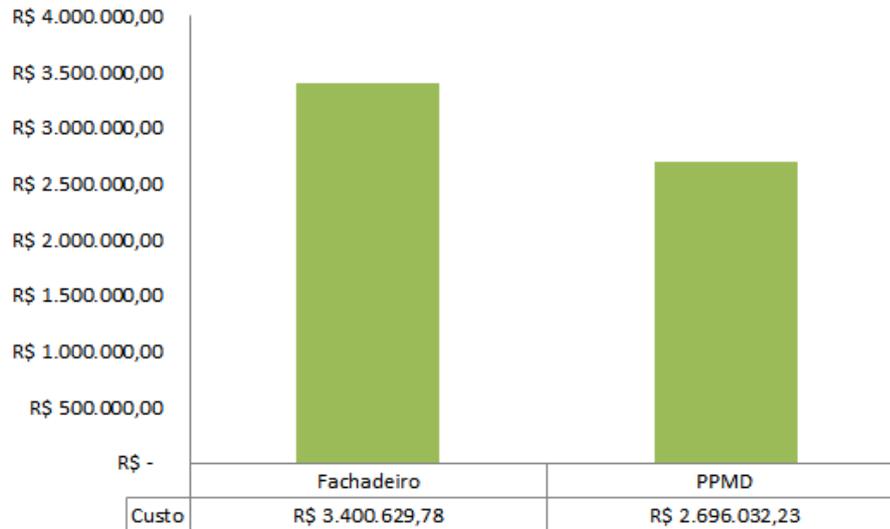
Andaime (Pastilhas)					
Descrição	Nº AndAIMES	Valor Unit.	Valor Total	Qntd.	V.T x Qntd.
Locação	3	R\$ 1.080,00	R\$ 3.240,00	0,5	R\$ 1.620,00
Montagem	3	R\$ 350,00	R\$ 1.050,00	1	R\$ 1.050,00
Desmontagem	3	R\$ 350,00	R\$ 1.050,00	1	R\$ 1.050,00
Troca	0	R\$ 350,00	R\$ -	6,67	R\$ -
<b>Total</b>					<b>RS 3.720,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao realizar o somatório dos gastos de cada sistema, é possível identificar o que apresentou a proposta economicamente mais vantajosa para o empreendimento. Na Figura 6, é apresentado um gráfico que replica o custo para as três torres do empreendimento.

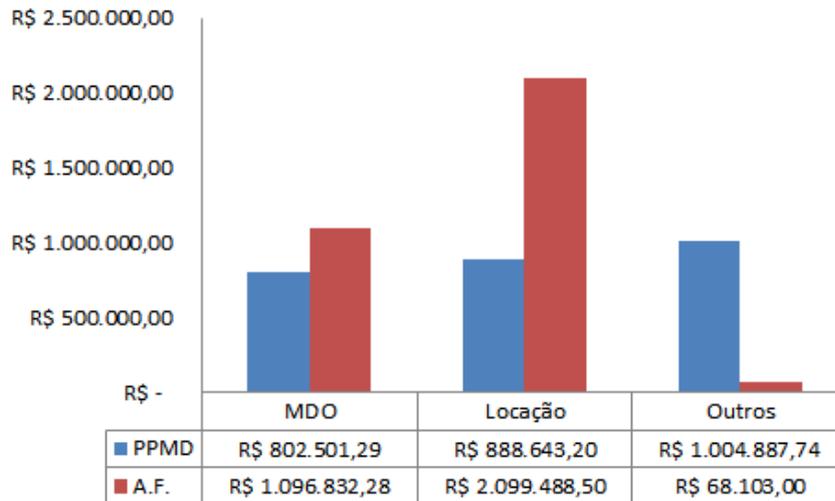
Figura 6 – Comparativo de custos totais para o empreendimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando o montante gasto nos dois sistemas, é possível identificar uma diferença de custo significativa, a qual chega a R\$ 704.597,55. O gráfico da Figura 7 apresenta os gastos divididos em categorias.

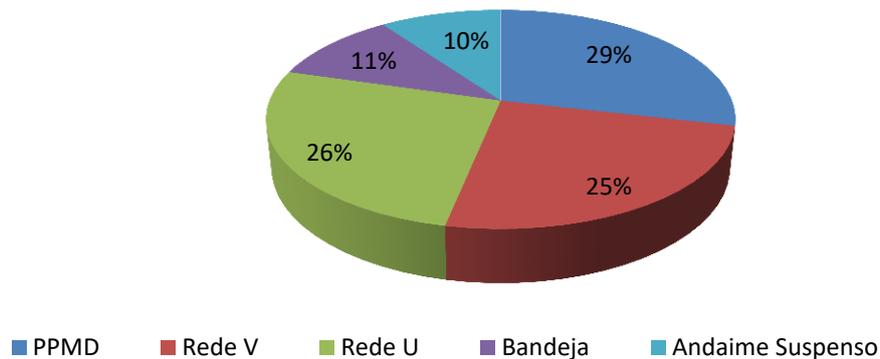
Figura 7 – Gráfico de custos dividido em MDO, locação e outros



Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema que utiliza o objeto de estudo deste artigo teve como maior gasto a locação do sistema metálico, seguido pela aquisição dos materiais necessários para operar os sistemas dos dois tipos de rede. O aluguel da bandeja vem logo em seguida, enquanto o de menor custo foi o sistema de andaimes suspensos do tipo balancim (Figura 8).

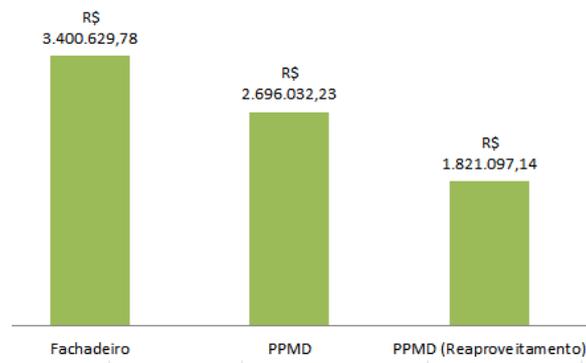
Figura 8 – Gráfico de custos dividido por tipo de sistema construtivo



Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema de redes é responsável por mais de 50% do custo final, sendo que a maior parte desses custos se deve à aquisição de material. Ressalta-se que, na hipótese de reaproveitamento de 100% do sistema de redes, cordas e forcas, arcando apenas com a mão de obra, locações, aluguel, ensaios, compra dos ômegas e manilhas, seria possível reduzir de maneira significativa o custo apresentado, conforme pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 – Gráfico de custos com reaproveitamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como finalidade comparar dois tipos de sistemas de proteção periférica. Ao analisar os resultados obtidos mediante entrevistas com profissionais que tiveram contato com ambos os métodos, tendo em vista a possibilidade de ter havido influência, por estarem trabalhando com o PPMD atualmente, contatou-se a preferência pelo sistema estudado, principalmente quanto à percepção de segurança no ambiente de trabalho.

Deve-se também levar em consideração a influência quanto à qualidade dos serviços vivenciados pelos profissionais, como má instalação ou sinalização, o que é algo particular de cada construção, não podendo ser generalizado para os métodos.

Quanto aos custos, para o caso do estudo, o PPMD obteve uma vantagem econômica significativa para a construção observada, sendo constatada uma economia de 20,72 % do valor total gasto com o PPMD em relação ao valor do sistema de andaimes fachadeiro. Essa diferença se mostrou ainda mais significativa com a possibilidade de reaproveitamento de material, que, no caso da empresa estudada, tem grande impacto, pois esta prevê a construção de mais seis torres com as mesmas características geométricas futuramente.

É importante levar em conta, na escolha do sistema a ser utilizado, as particularidades da construção, como tipologia construtiva, geometrias, formas, entre outros fatores que irão determinar qual é o método mais adequado. O conhecimento de novas tecnologias no mercado aliada à correta escolha do sistema periférico é de grande impacto, sendo assim demonstrada a relevância deste trabalho quanto ao conteúdo apresentado, pois o conhecimento de sistemas como o abordado pode ser um fator decisivo na viabilização de um empreendimento.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6494**: segurança nos andaimes. Rio de Janeiro: 1990. Disponível em: <[http://andequip.com.br/site/nbr\\_6494.pdf](http://andequip.com.br/site/nbr_6494.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho: AEAT 2017. Disponível em: <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/09/AEAT-2017.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **Guia de análise**: acidentes de trabalho., 2010. Disponível em: <<http://www.sinaees-sp.org.br/arq/mteगत.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **1983. NR 03 — Embargo ou interdição**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1983. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_03\\_at.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_03_at.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 09 — Programa de prevenção de riscos ambientais**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2014. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr9.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 — Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18.htm>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35 — Trabalho em altura**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr35.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

BRIDI, Marcelle Engler et al. Identificação de práticas de gestão da segurança e saúde no trabalho em obras de construção civil. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/115587/000940867.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO (CBIC). Em cinco anos, canteiros de obras reduzem em 55% acidentes de trabalho. Disponível em: <[https://cbic.org.br/en\\_US/em-cinco-anos-canteiros-de-obras-reduzem-em-55-acidentes-de-trabalho/](https://cbic.org.br/en_US/em-cinco-anos-canteiros-de-obras-reduzem-em-55-acidentes-de-trabalho/)>. Acesso em: 10 jul. 2019.

DRESCH, Adriana. Informações necessárias para a segurança na utilização de andaimes. Porto Alegre: UFRGS — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27782/000747239.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

FRANCESCHI, Guilherme Brum Marchiori de. Estudo comparativo sobre a utilização de andaimes suspensos e andaimes fachadeiros para execução de revestimento externo em argamassa. Porto Alegre: UFRGS — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

Disponível em: <

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/159563/001019401.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

G1. Construção civil se retrai em 2017 e segura recuperação da economia. **Portal G1**.

Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/construcao-civil-se-retrai-em-2017-e-segura-recuperacao-da-economia.ghtml>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

LIMA JÚNIOR, Jófilo Moreira. Histórico sobre a reformulação da NR – 18 em 1994/1995.

Disponível em:

<[http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/link/noticias/Hist%C3%B3rico%20reformula%C3%A7%C3%A3o%20NR%2018\\_20150928174055.pdf](http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/link/noticias/Hist%C3%B3rico%20reformula%C3%A7%C3%A3o%20NR%2018_20150928174055.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MANGAS, Raimunda Matilde do Nascimento; GOMEZ, Carlos Minayo; THEDIM-COSTA, Sonia Maria da Fonseca. Acidentes de trabalho fatais e desproteção social na indústria da construção civil do Rio de Janeiro. **Rev. bras. saúde ocup.**, São Paulo, v. 33, n. 118, p. 48-55, dez 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0303-76572008000200006&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0303-76572008000200006&script=sci_abstract&lng=pt)>. Acesso em: 10 jul. 2019.

PEÑALOZA, Guillermina Andrea; FORMOSO, Carlos Torres; SAURIN, Tarcisio Abreu.

Avaliação de requisitos de desempenho de Sistemas de Proteção Periférica (SPP). **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 267-289, dez 2015. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212015000400267&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212015000400267&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 10 jul. 2019.

TAVARES, Cláudia Régia Gomes. Proposição de uma sistemática de análise e avaliação das práticas de segurança aplicadas ao trabalho em altura na construção de edifícios. Porto Alegre: UFRGS — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/107501>>. Acesso em: 10 Jun. 2019.

UNE NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. **UNE-EN 1263-2:2016**: equipamento para trabalhos temporários de obra: redes de segurança: parte 2: Requisitos de segurança para os limites de instalação. Gênova: UNE, 2016.

\_\_\_\_\_. **UNE-EN 1263-1:2004**: redes de segurança: parte 1: requisitos de segurança, métodos de teste. Gênova: UNE, 2004.

\_\_\_\_\_. **UNE-EN 13374:2013**: sistemas provisórios de proteção de borda: especificações do produto: métodos de teste. Gênova: UNE, 2013.